Lane Medical Library

Aus dem Zahnärztlichen Institut der Universität München.
(Vorstand: Prof. Dr. Kranz).

Vergleichende Untersuchungen über die Wirkung von faradischem und Hochfrequenzstrom auf Zähne mit nekrotischer Pulpa.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde in der Zahnheilkunde

verfaßt und einer

Hohen Medizinischen Fakultät

der

Bayer. Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Hans Schellenberger

appr. Zahnarzt aus Selb.

Würzburg 1936.

Buchdruckerei Richard Mayr

Gedruckt mit Genehmigung der Med. Fakultät
der Universität München.

Referent: Privatdoz. Dr. Otto Schneider.

Meinen Eltern.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA40153307_0154

Disposition.

		Seite
A.	Von der Notwendigkeit einer vollständigen diagnostischen Uebersicht vor Behandlungsbeginn	1
B.	Beschreibung der drei zur Pulpenprüfung zur Verfügung stehenden Stromarten und ihrer Anwendung mit Berücksichtigung ihrer geschichtlichen Entwicklung . . .	2
C.	Zusammenstellung und Vergleich der Untersuchungsergebnisse und Erfahrungen über Pulpendiagnose und Vitalitätsprüfung aus der Literatur unter besonderer Berücksichtigung der Frage: „Können Zäne mit nekrotischer Pulpa noch Reaktion zeigen?“	9
D.	Beschreibung der hier angewandten Apparate und der Versuchsanordnung	17
E.	Casuistik	19
F.	Folgerung	27
G.	Zusammenfassendes und vergleichendes Ergebnis der eigenen Untersuchungen	27
H.	Literaturverzeichnis	29

A.

Eine genaue und sorgfältigst mit allen zur Verfügung stehenden Mitteln erhärtete diagnostische Uebersicht vor Inangriffnahme irgend einer zahnärztlichen Behandlung muß für jeden Zahnarzt eine Selbstverständlichkeit sein. Heute mehr denn je gilt dieser Satz, nachdem die Amputationstechnik (in praxi übrigens immer schon viel geübt) durch die Münch'sche Verkalkungsmethode mittels Pulpatect neue und erfolgreiche Wege beschritt. Und damit zugleich rückt die Frage nach der Möglichkeit einer richtigen Differentialdiagnose pulpitischer Erkrankungen in das allgemeine Interesse, die Frage z. B., ob die nur irritierte oder nur partiell entzündete Pulpa noch eine Amputation zuläßt oder ob eine bereits bestehende totale Pulpitis eine Totalexstirpation der Pulpa verlangt.

Nicht minder wichtig ist ferner eine rechtzeitige Erkennung nekrotischer und vielleicht schon sekundär infizierter Zähne. Bei Zähnen mit Silikatfüllungen, bei durch Trauma geschädigten Zähnen tritt oft eine solche Nekrose der Pulpa ein, ohne zunächst äußerlich bemerkbar zu werden. Bei nachträglicher Infektion kommt es dann oft zu klinischen Erscheinungen, sei es zu einer akuten Periodontitis, sei es, daß die an den Wurzelspitzen als chronische Erkrankungsform sich bildenden Herde auf dem Wege der fokalen Infektion zu schweren Gesundheitsstörungen irgendwo im Körper führen. Dann ist der gesetzte Schaden meist so groß, daß es längerer Zeit bedarf, ihn zu beheben.

Die Männer der Wissenschaft und Praxis haben manche Hilfsmittel zur genauen Diagnosestellung ausgearbeitet. Neben Anamnese und sorgfältigem klinischem Befund (Sondieren, Perkussion etc.) sind hier besonders zu nennen: Walkhoff's Thermotrie, Preiswerk's Formaldehydprobe, die röntgenologische Untersuchung, die Diagnose mittels verschiedener elektrischer Stromarten und als neueste Methode die Chronaxiebestimmung nach Weber. Der Wert der Prüfung mit elektrischem Strom, mit der sich meine Arbeit beschäftigt, für die Differentialdiagnose entzündlicher Pulpenerkrankungen ist umstritten; allseitige Anerkennung aber findet die Frage nach der Möglichkeit einer sicheren Vitalitätsprobe auf elektrischem Wege.

B.

Drei Stromarten stehen uns zur Elektrodiagnose zur Verfügung, der galvanische Gleichstrom, der faradische oder Induktionsstrom und der Hochfrequenzstrom. Der elektrische Gleichstrom ist nach seinem Entdecker Galvani galvanischer Strom genannt. Luigi Galvani, Anatom in Bologna, beobachtete, daß die Schenkel eines frisch getöteten Frosches, die er an kupfernen Drähten an einem Eisengeländer aufgehängt hatte, jedesmal zusammenzuckten, wenn die Füße durch den Wind mit dem Geländer in Berührung kamen. Galvani glaubte, daß dieser Vorgang ein Ausdruck tierischer Elektrizität sei, Volta dagegen deutete diese Erscheinung richtig, nämlich als die Wirkung, die durch die Berührungselektrizität zweier verschiedener Metalle, in diesem Falle Kupfer und Eisen, zustande kommt.

Der Erste, der den galvanischen Strom in der Zahnheilkunde zu diagnostischen Zwecken verwendete, war der Schweizer Hafner. Er kam durch Zufall auf den Gedanken, den elektrischen Strom als Diagnostikum zu verwenden. Als er nämlich mit dem Bonwillhammer, dessen Zuleitung nicht genügend isoliert war, Goldfüllungen anfertigte, beobachtete er, daß öfters Patienten im Momente des Aufsetzens des Stopfers wegen eines Schmerzes, der den ganzen Zahn durchlief, zusammenzuckten. Bei Zähnen mit toter Pulpa blieb diese Reaktion aus. Diese Beobachtung veranlaßte ihn, systematische Untersuchungen über die Reizwirkung des elektrischen Stromes anzustellen. Er benützte eine Stromquelle, die sich mittels eines Widerstandes auf unter 5 Volt reduzieren ließ. An einem eingeschalteten Voltmeter kontrollierte er die Gleichmäßigkeit der Spannung. Die eine Elektrode endigte in einem metallenen Handgriff, die andere bestand aus einem Kautschukgriff mit Kupferspitze. Den Handgriff gab Hafner dem Patienten in die Hand, mit der Kupferspitze berührte er den zu prüfenden Zahn, „damit der Stromkreis durch den Körper geschlossen werde!". Um eine sichere Diagnose zu erhalten, prüfte er zum Vergleich mit normalen Verhältnissen einen möglichst gleichgearteten, ganz gesunden Kontrollzahn, am liebsten den symmetrischen Zahn der anderen Seite. Nachdem beide Zähne mit Cofferdam vollständig isoliert waren, ließ er gleiche Stromstärken auf jeden von beiden einwirken. Während der gesunde Kontrollzahn erst bei starker Reizung reagierte, blieb der kranke Zahn entweder überhaupt reaktionslos oder er zeigte eine große Ueberempfindlichkeit. Der kranke Zahn war dann entweder tot oder hatte eine irritierte oder entzündete Pulpa.

Heute ist man von dem Gebrauch des galvanischen Stromes zu diagnostischen Zwecken in der Zahnheilkunde ganz abgekommen. Wissenschaftlich liefert vielleicht der galvanische Strom die ge-

nauesten Resultate, denn die Stromstärke und Spannung, bei denen eine Reaktion erfolgt, lassen sich mit Ampère- und Voltmetern genau ablesen und registrieren. Diesem Vorteil aber stehen weit größere Nachteile gegenüber. Der konstante Strom findet nämlich außer im Oeffnungs- und Schließungsmoment im Schmelz ein nicht zu überwindendes Hindernis. Will man ferner die Gefahr der sogenannten Stromschläge ganz ausschalten, so muß man sogenannte erdschlußfreie Apparate verwenden. Eine Abart der galvanischen Methode wendet Leist an, einen nicht unterbrochenen, immer das Milliampèremeter passierenden Strom. Vorteil: die zu messende Stromstärke ist viel größer und daher auch bei gröberem Milliampèremeter besser ablesbar. Nachteil: Durch die Erscheinung der sogenannten Einschleichung können unverhältnismäßig hohe Strommengen ohne Reaktion vertragen werden. Kommt man nun durch einen üblen Zufall, z. B. durch Abrutschen, mit der Elektrode auf die Mundschleimhaut oder Zunge, so ruft sie dort bereits schwere physiologische Störungen hervor. Außer Hafner und Leist haben sich besonders noch Frohmann und Wolf des galvanischen Stromes bedient.

Während wie gesagt mittels des konstanten, stets in derselben Richtung fließenden Gleichstromes nur mit aufeinanderfolgenden kurzen Impelsen eine Erregung sensibler Nerven gelingt und zur Ueberbrückung des Schmelzes mit seinem außerordentlich hohen Ohm'schen Widerstand hohe Spannungen erforderlich sind, durchdringen Wechselströme schon bei wesentlich geringerer Stromstärke den Schmelz leichter und dauernd. Aus diesem Grunde verwendete man zunächst einen pulsierenden Gleichstrom, d. h. der Strom eines Elementes wird mittels Wagner'schem Hammer zerhackt. Diese Apparatur läßt Stromstärke und Spannung genau ablesen. Eine solche für den Physiologen brauchbare Einrichtung verliert aber in unserem speziellen Fall ihre Bedeutung, weil die nervösen Elemente des Zahnes meistens von einem Mantel mit hohem und nicht einmal konstanten Widerstand umgeben sind. Im Bestreben, diese Fehlerquelle auszuschalten, empfahl Schröder den Induktionsstrom, und aus demselben Grund verwenden die zahnärztlichen Apparatefabriken an ihren modernen Einheitsgeräten den faradischen Wechselstrom, die sog. „sinusoidale Faradisation".

Bei Wechselströmen unterscheiden wir zwei Hauptarten, den hochfrequenten und den niederfrequenten. Im faradischen Strom nun haben wir einen niederfrequenten Wechselstrom, der in der Medizin bes. zu diagnostischen Zwecken verwendet wird. Die Stromstärke eines faradischen Stromes ist außerordentlich gering; sie zählt nur nach Bruchteilen eines Milliampères. Es ist der Technik bisher noch nicht gelungen, Apparate herzustellen, die diese geringen Stromstärken meßbar machen.

Das Prinzip der sog. Induktionsapparate, die Induktion, ist die Erzeugung eines elektrischen Stromes in einem Leiter durch ein inkonstantes magnetisches Kraftfeld (durch Vermehrung oder Verminderung der magnetischen Kraftlinien.) Infolgedessen besteht der Induktionsapparat aus zwei Spulen, der primären, die von einer Batterie gespeist wird, und der sekundären, in der durch besagten Vorgang der Induktion der Induktionsstrom, der eigentliche Untersuchungsstrom, entsteht. Infolge des in den primären Stromkreis eingeschalteten Unterbrechers liefert die sekundäre Spule in schneller Aufeinanderfolge Ströme von wechselnder Richtung, (Wechselströme), indem beim Schluß der primären Spule in der sekundären ein Strom entsteht (Sekundärstrom), der ersterem entgegengesetzt ist, während bei der Unterbrechung des primären Stromes ein gleichgerichteter Strom in der sekundären Spule entsteht. Je näher die sekundäre Spule der primären steht, um so stärker ist der sekundäre Strom und umgekehrt. Durch Hineinlegen eines Eisenkernes in die Höhlung der primären Spule kann der sekundäre Strom noch verstärkt werden.

Der primär geschaltete Strom wird stets der stärkere sein. Bei gleicher Stromquelle setzt der dickere Draht der prim. Spule dem Strom weit geringeren Widerstand entgegen als der dünne Draht der Sekundärspule, bei der durch die hohe Zahl der Windungen zwar die Spannung erhöht wird, die resultierende Stromstärke ist jedoch beim prim. Strom immer noch erheblich größer als beim sekundären.

Der Holländer Fuyt-Utrecht wird gewöhnlich als derjenige bezeichnet, der als Erster den Induktionsstrom zur Feststellung des Lebenszustandes der Pulpa benutzte. Zur Untersuchung verwendete er den primären Strom. Der von Fuyt angegebene Apparat, sowie seine Untersuchungsmethode wurde auf der 41. Jahresversammlung des Zentralvereins deutscher Zahnärzte in München im August 1902 von Witthaus-Rotterdam demonstriert. Der Apparat war ein einfacher kleiner Induktionsapparat mit Wagner'schem Hammer; er wird durch ein Element von 1—2 Volt in Tätigkeit gesetzt. Die Stärke des prim. Stromes wird durch einen kleinen Rheostaten reguliert; außerdem kann der Strom durch Ausziehen der um den Magneten befindlichen Messingspule verstärkt werden. Der eine Pol endigt in eine Messinghülse, die dem Patienten in die Hand gegeben wird, die andere Elektrode besteht aus einem kleinen Platinzylinder, Durchmesser 0,3—0,5 mm, an den ein nasses Wattebäuschchen gesteckt wird.

„Während der Strom" — so führt Witthaus aus — „von so geringer Intensität auf der äußeren Haut garnicht, auf der Zunge ein wenig wahrgenommen wird, reagiert das lebende Zahnbein und die Pulpa hierauf sehr stark durch eine Empfindung, die zwi-

schen leichtem Kitzel und heftigem Schmerz schwankt. Auch ganz vom Schmelz bedeckte lebende Zähne reagieren, wenn sie gut naß sind und der Strom genügend stark ist. Pulpalose Zähne reagieren auch auf starke Ströme nicht. Zähne mit irritierter Pulpa reagieren stärker als gesunde. Schmelzbedeckte reagieren am besten am Zahnhals."

Das ist im Wesentlichen, was Witthaus über die Fuyt'sche Methode vortrug. Schröder brachte dieser Bericht seinerzeit nichts Neues. Er hatte bereits im Jahre 1901 im Greifswalder zahnärztl. Institut Versuche mit dem Induktionsstrom angestellt, — er benutzte ausschließlich den sekundären Strom, -- die sehr günstig verliefen und ihn veranlaßten, anfangs des Jahres 1902 darauf hinzuweisen, daß neben dem thermometrischen Untersuchungsverfahren Walkhoffs und dem Preiswerk's mittels Formalin der Induktionsstrom als diagnostisches Hilfsmittel zur Erkennung des Pulpazustandes die größte Beachtung verdiene.

Schröder gab uns später die Beschreibung seines verbesserten Induktionsapparates, des sog. Schlitteninduktors, den die Firma Gebbert, Reiniger und Schall, Erlangen, fabrikmäßig herstellte. Die Stromquelle bestand in der Regel aus einem Akkumulatur, doch war der Apparat auch für direkten Anschluß an eine Gleichstromleitung geeignet. In diesem Fall wird der Apparat mit einem Vorschaltwiderstand versehen. An dem Apparat befindet sich eine Zentimeterskala, über der sich ein an der sekundären Spule befestigter Zeiger befindet, sodaß aus dem Stande des Zeigers der jeweilige Stand der durch eine Schraube verstellbaren sekundären Spule festgestellt werden kann. Dies ist deshalb wichtig, weil der Apparat keine absoluten, sondern nur Vergleichswerte liefert. Der von der Stromquelle kommende Strom wird durch einen Wagner'schen Hammer unterbrochen, passiert so die primäre Wicklung, um wieder zur Stromquelle zurückzukehren. Der nun in der Sekundärrolle induzierte Strom wird von zwei an dem Schlitten montierten Ableitungsklemmen entnommen, einerseits zur Zahnelektrode, andrerseits zur indifferenten Handelektrode geführt. Die Zahnelektrode besteht aus einer dünn ausgezogenen Glasröhre, die mit Salzwasser gefüllt und an der Spitze mit einem feuchten Wattebausch abgeschlossen ist. Die Vorzüge dieser Elektrode bestehen vor allen Dingen nach Schröder in den konstanten Widerstandsverhältnissen, die Watte paßt sich selbst bei der fast punktförmigen Auflagefläche den Unebenheiten des Zahnes vollständig an. Die gleichmäßige Befeuchtung der Elektrodenfläche ist durch die direkt mit der Watte in Verbindung stehende Wassersäule garantiert; die Elektrode ist außerdem auskochbar und, wenn sorgfältig abgetrocknet, vollständig isoliert in der Hand zu halten.

Die indifferente Handelektrode besteht aus einer Metallplatte von ca. 10 qcm Oberfläche, welche auf einer dicken, eigens präparierten Moospappe liegt. Die ganze Elektrode ist mit feinem Stoff überzogen und wird mittels eines Gummibandes um ein Handgelenk fixiert.

Die Elektrode muß vor der Benützung mit lauwarmem Wasser gut durchtränkt werden. Sie hält die Feuchtigkeit sehr lange und gibt, da sie unter gleichmäßigem Druck fixiert ist, zu Widerstandsschwankungen keine Veranlassung. Der Gang der Untersuchung ist nun folgender: Die zu prüfenden Zähne werden auf irgendeine Weise gut isoliert. Schröder schlägt die Isolierung durch Cofferdam vor. Doch kann man auch in den Fällen, wo dies unmöglich ist, auskommen, indem man die zu prüfenden Zähne mit Watte oder Zellstoff freilegt und gehörig abtrocknet, bevor man sie mit der feuchten Elektrode berührt. Die Sekretion des Zahnfleisches läßt sich am besten durch eine Jodpinselung auf einige Zeit ausschalten. Diese Vereinfachung der Untersuchung ist stets dann durchführbar, wenn der zu prüfende Zahn isoliert steht, ebenso dann, wenn bei eng geschlossener Zahnstellung bei intakten approximalen Flächen Schmelz an Schmelz stößt. Dagegen ist der Abschluß des Zahnes mit Cofferdam unbedingt nötig, wenn die Kronen eng aneinanderschließen und der benachbarte Zahn eine größere Metallfüllung oder eine Metallkrone trägt. Empfehlenswert ist hiezu folgende Anordnung: Man macht in ein ca. 2—3 cm langes und ebenso breites Stückchen Cofferdam nur ein Loch und stülpt dieses über die Zahnkrone, sodaß deren Seitenflächen von Cofferdam bedeckt werden. So wird ein Ueberleiten des Stromes auf die Füllungen der Nachbarzähne verhindert, denn Füllungen, nicht nur die aus Metall, sondern auch die aus Phosphat- und Silikatzement bestehenden leiten den Strom um vieles besser als der Schmelz.

Die Isolierung approximal gefüllter Kronen läßt sich auch durch Dazwischenziehen zweier kleiner Streifen Cofferdam leicht erreichen, ein Verfahren, das besonders für Mahlzähne in gedrängter Stellung empfehlenswert ist. Daß bei allen Untersuchungen die betreffenden Zähne auch rein sein müssen, ist wohl selbstverständlich. Die Spitze der negativen Elektrode setzt man auf die Mitte der facialen, rep. buccalen Flächen der zu untersuchenden Zähne auf; die Handelektrode (+) wird dem Patienten auf die Hand gesetzt, welche der Stellung des Zahnes im Zahnbogen entspricht. Also rechter Zahn — rechte Hand; linker Zahn — linke Hand!

Eine andere Elektrodenart beschreibt Hesse, der zu seinen Versuchen einen Schlitteninduktionsapparat nach Dubois-Reymond mit Chromsäurelement und primären Strom benützt. Er legt eine mit Tuch überzogene Plattenelektrode an die Wange und eine Elektrode mit einer Spitze aus knetbarem Ton auf den Zahn.

Eine verbesserte Zahnelektrode hat Nünlist beschrieben; er klebt ein immer gleich großes Löschpapier-Stanniolplättchen an den zu untersuchenden Zahn und stellt den Kontakt mit einem Platin-Irridiumdraht von 40 mm Länge her. Den gleichen Druck der Elektrode in allen Fällen erhält Nünlist, indem er den Platin-Irridiumdraht so aufsetzt, daß er sich eben nicht abbiegt.

An den modernen Dental-Einheiten finden wir überall statt des Induktionsapparates die sog. sinusoidale Faradisation, einen Wechselstrom, dessen Verlauf dem Sinusgesetz folgt. Seine Vorzüge bestehen in der Hauptsache in dem gleichmäßig an- und abschwellenden Verlauf der einzelnen Stromimpulse und im Anschluß an das Stromnetz. Sofern die Elektroden den Schröder'schen ähneln, wie z. B. bei der Emda-Zweiheit, entspricht die Untersuchungsmethode ganz der des Induktionsapparates. Andere Firmen dagegen bedienen sich einer Elektrodenart, wie sie zuerst v. Wunschheim angegeben hat. Hier fällt die Handelektrode weg; beide Pole endigen in zwei halbkreisförmig gebogene Metallstifte, die bis auf die Spitzen von Hartgummi umgeben sind und die beide zugleich an der Zahnoberfläche angelegt werden. Bei dieser Elektrode fällt die oft schwierige Isolation weg, die Zähne müssen vielmehr gut feucht sein; auch fehlt hier durch den Wegfall des Handstücks das für den Patienten oft beängstigende Gefühl des Elektrisiertwerdens. Von Nachteil ist dagegen der Umstand, daß Restpulpen im Wurzelkanal bei dieser Elektrode auf Strom nicht ansprechen. Ritter, Siemens, Ostner und Poehlmann und andere Firmen geben an ihren Universalgeräten dieser Variation den Vorzug.

Die jüngste und zur Zeit beliebteste Methode der elektrischen Pulpenprüfung, die mit Hochfrequenzströmen, ist nach ihrem Erfinder d'Arsonval „Arsonvalisation" genannt. Borschke, Wien, der diese Art der Pulpenprüfung besonders befürwortet und grundlegende Versuche machte, spricht gelegentlich in einem Vortrag darüber:

„Bei den gewöhnlichen Wechselströmen ändert sich die Stromrichtung sinusförmig in der Sekunde ca. 100 mal, entsprechend einer 50maligen Wiederkehr der gleichen Periode. Diese Zahl nennt man Schwingungszahl oder Frequenz. Wenn wir nun von Hochfrequenzströmen reden, meinen wir damit Wechselströme, deren Stromrichtungswechsel außerordentlich schnell vor sich geht. Diese sehr hohen Frequenzen lassen sich nicht mehr durch rasch rotierende Wechselstromdynamos erzielen, da es technisch nicht möglich ist, die Schnelligkeit der Rotation über ein gewisses Maß hinaus zu steigern. Man verwendet daher zur Erzeugung der Hochfrequenzströme elektrische Schwingungskreise, deren Eigenschwingung durch eine Funkenstrecke oder durch Elektronenröh-

ren erregt wird. Dies läßt sich etwa vergleichen mit einer Stimmgabel, die durch wiederholte Schläge mit einem Hammer oder durch Streichen mit einem Violinbogen in Schwingung versetzt wird. Ebenso, wie die Tonhöhe der Stimmgabel unabhängig von der Heftigkeit der auf sie geführten Hammerschläge ist, ist auch die Schwingungszahl des elektrischen Schwingungskreises unabhängig von der Zahl der überspringenden Funken. Sie hängt ab von der Größe der elektrischen Kapazität und der Selbstinduktion des Schwingungskreises. Auf diese Art ist es möglich, Frequenzen bis zu 100 Millionen und mehr zu erreichen."

Bei den in der Zahnheilkunde verwendeten Hochfrequenzströmen unterscheiden wir die Arsonvalströme mit 20—100 Funken pro Sekunde und die Diathermieströme mit 1000—2000 Funken pro Sekunde; Erstere haben hohe Spannung, etliche 1000 V. und niedere Stromstärke, etliche 100 Milliampère; Wirkung: Reizwirkung auf sensible Nerven; letztere haben niedrige Spannung, etliche 100 V. und hohe Stromstärken, bis 3000 Milliampère. Wirkung: Wärmeerzeugung.

Borschke schreibt weiter:

„Infolge der hohen Spannung kann man mit geeigneten Elektroden die Arsonvalströme in Form von Glimmlichtentladungen auf den Körper wirken lassen. Man verwendet Vakuumelektroden, die im Prinzip den Geißler'schen Röhren gleichstehen. Wenn solch eine Elektrode in die Nähe eines geerdeten Leiters (Körper) kommt, so springen kurz vor Berührung Funken über. Verhindert man die vollkommene Berührung, so ergießt sich ein ununterbrochener Funkenregen auf den benachbarten Körperteil. Bei der Berührung der Elektrode mit dem Körper wird sich der Ausgleich der Elektrizität unmerklich, aber auch andauernd, vollziehen."

Während die Hornschicht der Haut oder der Zahnschmelz den niederfrequenten Wechselströmen einen hohen Widerstand entgegensetzen, werden diese Schichten von den Hochfrequenzströmen glatt übersprungen. Grund hierfür ist erstens die hohe Spannung und zweitens die Kondensatorwirkung, letztere beruht nach Borschke auf der Induktion entgegengesetzt gerichteter Stromstöße.

„Es ist in raschestem Wechsel das Vakuum +, dann — geladen, wobei sich in dem Dentin und der Pulpa — + induziert, ganz ähnlich wie auf der gegenüberliegenden, durch ein Dielektrikum getrennten Platte eines Kondensators."

Dieser eben beschriebene Umstand macht auch die Prüfung von Zähnen möglich, die man mit den anderen Stromarten nicht unter-

suchen kann, nämlich von Zähnen mit bis an das Zahnfleisch gehenden Metallfüllungen und von Metallkronen und Brückenpfeilern. Da ferner eine Ableitung durch Feuchtigkeit ebenfalls nicht erfolgt, erscheint diese Methode durch die fehlende Notwendigkeit jeglicher Isolation sehr bequem. Um ein Ueberspringen von Funken auf Wange und Zunge zu verhüten, empfiehlt es sich trotzdem, besonders bei sensiblen Patienten, die Umgebung der zu untersuchenden Zähne mit Zellstoff oder Watte abzudecken.

Borschke und Wolf fanden bei lebenden Frontzähnen meist schon bei Stärke 1—2 Empfindung, bei Molaren war häufig die Verwendung höherer Stufen notwendig. Blieb eine Reaktion auch bei Stufe 5 aus, so schlossen sie auf Pulpentod oder weitgehende Pulpenschädigung.

C.

Seit Hafner, Fuyt und Schröder in den Jahren 1902 bis 1903 zum ersten Male mit der Elektrodiagnose an die Oeffentlichkeit traten, haben sich viele und namhafte Forscher mit dieser Untersuchungsmethode beschäftigt und ihre Ergebnisse veröffentlicht. Besonders Schröder hat in langjährigen Versuchen große Erfahrungen gesammelt. Seine Untersuchungsergebnisse, die sich zwar hauptsächlich mit der Möglichkeit einer Pulpitisdiagnose beschäftigen, sind jedoch auch für die Technik der reinen Vitalitätsprüfung grundlegend, sodaß ich es für notwendig erachte, näher auf sie einzugehen. Erklärlicherweise interessierte Schröder zunächst die Frage: wie verhalten sich frischer Schmelz und frisches Zahnbein dem Induktionsstrom gegenüber? Er stellte im Greifswalder physikalischen Institut diesbezügliche Untersuchungen an, die ergaben, daß normaler Schmelz frischextrahierter Zähne dem Induktionsstrom einen ungefähr 20mal stärkeren Widerstand entgegensetzt als das zugehörige Zahnbein doppelter Stärke. Bei seinen Versuchen am Patienten fand Schröder die Bestätigung dieser Laboratoriumsversuche. Am Zahnhalse, wo der Schmelzmantel verhältnismäßig dünn ist, ist die Reaktion immer sehr stark. Ebenso ist die Berührung aller der Stellen der Krone, die nur mangelhafte oder keine Schmelzbildung zeigen, oft sehr schmerzhaft. Er stellt auf Grund dieser Erfahrungen den leichtverständlichen Satz auf: je stärker die Schmelz- und Zahnbeinschicht ist, die unter der Elektrode lagert, um so schwerer reagiert der Zahn. Deshalb ist auch leicht festzustellen, daß bei jugendlichen Zähnen mit ihre ihren oft weit in die Zahnkronen hineinragenden Pulpen oder Pulpenhörnern mit viel schwächerem Strom ein Reiz auf die Pulpa ausgeübt werden kann, als bei Zähnen älterer Patienten. Bei diesen wird durch die fortwährende Anlagerung von sekundärem Dentin eine viel stärkere

Schutzhülle geschaffen. Ferner wird die gute Leitfähigkeit des an organischen Substanzen reichen jungen Dentins durch die in späterem Alter eintretende Ablagerung von Kalksalzen sehr stark beeinträchtigt.

Die Reaktion des gesunden Zahnes tritt bei einer gewissen Stromstärke auf, und zwar ist der Augenblick des ersten Empfindens, ein prickelndes Gefühl, vom Patienten genau abgrenzbar. Schröder bezeichnet diese Empfindungsstufe als „Sensibilitätspunkt". Er wird vom Patienten vom Auftreten des ersten Schmerzes genau unterschieden. Schröder hat durch Versuche festgestellt, daß Reize, die auf der Höhe des Sensibilitätspunktes stehen bleiben, auf die Dauer keine Erhöhung der Sensibilität der Pulpa zur Folge haben; dagegen wird die Pulpa durch den elektr. Strom auf der Höhe des Schmerzpunktes für längere Zeit verstimmt. Bei gesunden, kräftigen Menschen ist die Entfernung des Sensibilitätspunktes vom Schmerzpunkt größer als bei kranken oder nervösen Personen.

Durch kleine Gaben narkotischer Mittel, besonders Chloralhydrat, kann die Empfindung der Pulpa für etwa 15—20 Minuten bedeutend herabgesetzt werden; Morphium wirkt ungleich. Ebenso setzen Injektionen mit Kokain oder Novokain in Verbindung mit Nebennierenpräparaten die Sensibilität des Zahnes merklich herab.

Porzellanfüllungen, Guttapercha, Wachs, Paraffin und Eisfelder Zement setzen dem Induktionsstrom größten Widerstand entgegen, Silikatzemente und Harvardzement besitzen geringe Leitfähigkeit. Bei Metallfüllungen ist es gleichgültig, wie groß die Füllung ist, nur der Weg im Dentin von der Füllung zur Pulpa ist für die Höhe der Reizauslösung von Bedeutung.

Für die Technik der Untersuchung gibt Schröder folgende Anordnung: Die Spitze der negativen Elektrode setze man auf die Mitte der facialen, resp. buccalen Zahnoberflächen auf, aber nur auf gesunden und intakten Schmelz. An diesen Stellen pflegt nämlich das Zahnbein bei gleichen Zähnen durchschnittlich dieselbe, und zwar mittlere, Stärke zu haben. Irgendwelche Füllungen dürfen nicht berührt werden. Sollten diese Flächen infolge von Karies oder abnormer oder mangelhafter Schmelzbildung ungeeignet sein, so suche man irgend einen anderen, von gesundem Schmelz bedeckten Punkt der Krone, dessen Lage man sich für die Nachprüfung am Kontrollzahn genau merken muß.

Um entzündete Pulpen mit Strom diagnostizieren zu können müssen intakte Zähne derselben Gattung wie der fragliche Zahn auf ihre noch zu ertragende Reizstärke untersucht werden, da bei jedem Patienten wieder andere Werte gelten. Grund hierfür sind der wechselnde Widerstand (Uebergangswiderstand, Feuchtigkeitsgrad, Schmelzdicke) und die verschiedene Empfindlichkeit von Pulpa und Patienten. Wir stellen also die individuelle Reizschwelle am Kon-

trollzahn fest. Bei diesen Versuchen hat man mit den verschiedensten Schwierigkeiten zu rechnen, die exakte Arbeit sehr erschweren. So sind sogar die Sensibilitätsschwankungen zwischen den einzelnen Zähnen zuweilen nicht unbedeutend. Auch tut man sich manchmal schwer, einen geeigneten Kontrollzahn zu finden; denn durch die Symmetrie der Karies, die unzweifelhaft in vielen Fällen vorliegt, sind diese Zähne der entgegengesetzten Seite meist schon selbst sehr stark zerstört.

Unter Beachtung all dieser widrigen Umstände kommt Schröder trotzdem zu dem Schluß, im Induktionsstrom ein außerordentlich wertvolles Hilfsmittel zur Erforschung des Pulpazustandes zu besitzen. Wenn hie und da mangelhafte oder sich widersprechende Ergebnisse erzielt würden, so liege das ohne Zweifel entweder daran, daß die Untersuchung als solche nicht richtig oder nicht mit ausreichenden Mitteln durchgeführt werde, oder daran daß man die durch den Strom gewonnenen Merkmale falsch gedeutet habe.

Schröder räumt von vorneherein ein, daß es immer ein schwierig Ding sein wird, eine partielle Entzündung von einer totalen zu unterscheiden; wohl läßt sich dagegen nach seiner Behauptung eine Irritation von einer Entzündung trennen, und eine Fehldiagnose erscheint ihm gänzlich ausgeschlossen, wenn es sich darum handelt akute Formen der Pulpitis von solchen zu unterscheiden, die bereits mit Zerfall des Pulpengewebes einhergehen. Lasse man den Strom längere Zeit ohne Steigerung auf die zu untersuchende Pulpa einwirken, ohne daß akuter Zahnschmerz auftrete, so sei diese Pulpa nur irritiert; andernfalls hätten wir eine Pulpitis acuta vor uns. Ferner hat Schröder festgestellt, daß akut entzündete Pulpen gegen Strom hochgradig überempfindlich sind, daß dagegen die Pulpitisformen mit bereits lädiertem Pulpengewebe (die ulcerösen, purulenten, gangränösen Formen) weit weniger reaktionsfähig sind als die gesunden Kontrollzähne. Nicht rein empirisch fand Schröder, was er hier ausführt; er hat vielmehr die mit dem Strom gewonnenen Resultate durch makroskopische und mikroskopische Untersuchung extrahierter Zähne in vielen Fällen nachgeprüft.

Daß aber nicht nur Zähne mit gesunden oder entzündeten Pulpen, sondern pulpentote Zähne noch Reaktionen zeigen können, diese Erkenntnis geht auch bereits bis auf Schröder zurück. Er sagt: „Gefüllte und hohle, wie äußerlich vollkommen intakte pulpalose Zähne können auf den Strom reagieren — unter gewissen Umständen". Er stellte fest, daß gefüllte, pulpentote, nicht wurzelkranke Zähne sofort reagieren, wenn man ihre Füllungen, auch die nicht bis zum Zahnfleisch reichenden, mit dem Induktionsstrom berührt. Dabei ist es gleichgültig, ob die Pulpen mumifiziert oder verjaucht sind, ob die Pulpahöhle leer ist oder mit Zement oder irgend einer Paste gefüllt ist. Sind dagegen Pulpahöhle und Wurzelkanal

mit Guttapercha oder Asbest abgeschlossen, so ist diese Reaktion eine wesentlich schwächere oder fällt ganz aus. Diese Erscheinungen werden damit erklärt, daß Füllungmaterialien, auch die Silikat- und Phosphatzemente, dem Strom nicht den Widerstand entgegensetzen wie gesunder Schmelz.

Durch das Studium von Aufzeichnungen Adolf Witzels in dessen Nachlaß kam Schröder auch zu der Beobachtung, daß nicht nur tote Zähne mit Füllungen, sondern auch äußerlich vollkommen intakte, pulpentote Zähne auf stärkere elektrische Reize reagieren können, dann nämlich, wenn ihre Wurzelhaut akut entzündet ist. Witzel schreibt:

„Auch nicht gefüllte Zähne mit gesundem Schmelzmantel, aber entzündetem Periodont antworten ziemlich lebhaft, wenn sie mit der Elektrode berührt werden. Es geht also auch durch den gesunden Schmelz ein abgeschwächter Strom hindurch, der von der gesunden Wurzelhaut nicht empfunden wird, der aber in dem entzündlich affizierten Periodont Schmerzen hervorruft und vorhandene steigert."

Aus diesem Grunde rät auch Schröder für die Praxis, durch Traumen geschädigte wurzelempfindliche Zähne erst dann mit dem Induktionsstrom auf ihren Pulpenzustand zu untersuchen, wenn keine Irritation der Wurzelhaut mehr besteht, sodaß von dieser Seite keine Reaktion mehr zu erwarten ist. Diese Vorsicht ist meines Erachtens unnötig, denn wenn auch die Wurzelhaut solcher Zähne auf Strom anspricht, so bedarf es doch ziemlich hoher Stromdosen, um überhaupt solch eine Reaktion hervorzubringen; und das Ausbleiben einer Reaktion bei schwachen Strömen, besonders an den einem Trauma mehr ausgesetzten Frontzähnen, wird schon als Nachweis des Pulpentodes genügen.

Preiswerk bestätigt in seinem Lehrbuch die Tatsache, daß auch tote Zähne mitunter noch auf Strom reagieren.

Die Ergebnisse Schröders sind zum größten Teil bestätigt und auch erweitert worden durch die Arbeit von Dr. Gustav Hesse in Breslau: „Ueber den Nachweis des Lebenszustandes der Pulpa unversehrt aussehender Zähne durch den elektrischen Strom" — und durch die Arbeit von Frohmann-Berlin: „Moderne diagnostische Methoden für die Erkrankungen der Pulpa und ihrer Ausgänge."

Hesse, der den primären Strom verwendete, führt im besonderen aus, daß die elektrische Untersuchungsmethode sich ganz besonders dazu eigne, den ursächlichen Zusammenhang von chronischen Entzündungen und Fistelbildungen an den Kiefern mit äußerlich ganz intakten, aber pulpatoten Zähnen nachzuweisen. Er gibt seinen Ausführungen ergänzende, sehr interessante Kasuistik. Er schreibt:

„Ist das Zahnmark zerfallen, so löst der elektr. Strom keine Empfindung aus, gleichgültig, ob es trocken mumifiziert oder eitrig zerfallen ist, wenigstens habe ich eine deutliche Reaktion nie wahrnehmen können, was ich besonders betone im Gegensatz zu Schröder, der meint, daß selbst auch tote Zähne unter Umständen reagieren können."

Frohmann behandelt den Strom hauptsächlich im Sinne der Diagnostik der Pulpenerkrankungen. Besonders hervorzuheben ist, daß er für den Schröder'schen Sensibilitätspunkt den Ausdruck „Reizschwelle" prägte, eine Bezeichnung, die auch Schröder seiner eignen vorzieht. Ferner ist es Frohmann des öfteren gelungen, bei mehrwurzeligen Zähnen durch Anlegen der Elektrode an verschiedenen Stellen der Krone nachzuweisen, in welchem Wurzelkanal noch lebende Pulpa vorhanden war.

Nach Walkhoff sind Zähne mit toten Pulpen nicht reaktionsfähig. Die einzelnen Zahnerkrankungsformen seien mit dem Induktionsstrom weniger gut zu erkennen.

Hamburger, der den Sekundärstrom verwendete, schreibt über seine Erfahrungen 1905: Abgestorbene oder eitrig zerfallene Pulpen antworten auch auf den stärksten Strom nicht mehr, wenn sie trocken oder isoliert sind. Dagegen sollen ganz mit Metall abgefüllte Zähne mit leichtem Prickeln antworten. Hamburger weist ferner darauf hin, daß man mit dem elektrischen Strom die Wirkung von Arseneinlagen, Injektionen und Anästhetika sowie die allmähliche Devitalisierung und Resorption von Milchzähnen beobachten kann.

Auf einer Versammlung Schlesischer Zahnärzte 1906 war einstimmig die Ansicht vertreten, daß der Induktionsstrom an toten, pulpalosen Zähnen keine Reaktion auslöse.

Dr. van der Lan hält in seinem Aufsatz in der Oesterreichisch-ungarischen Vierteljahresschrift 1907 eine Spezialisierung der mannigfaltigen Entzündungsformen der Pulpa mit dem Induktionsstrom für überhaupt unmöglich. Ferner stellt er einen erhöhten Widerstand bei Dentikelbildung fest und findet das zumindest bei den wandständigen auch durchaus begreiflich. Schröder kann sich dieser Meinung nicht so ohne weiteres anschließen. Eines stellt er mit Sicherheit fest: äußerlich ganz intakte Zähne, die infolge Irritation ihrer Pulpa durch Dentikel schmerzhaft waren, geben hinsichtlich der Empfindlichkeit dem Induktionsstrom gegenüber den Zähnen mit entzündeter Pulpa nichts nach.

Lipschitz in seiner „Diagnostik und Therapie der Pulpenkrankheiten", 1920 sieht den Wert des Induktionsstromes nicht in der Erkennung der Pulpenkrankheiten, denn diese Unterscheidung könne der geübte Praktiker schon an der Hand der subjektiven und

objektiven Symptome feststellen, sondern darin, daß er uns dort, wo die anderen Hilfsmittel versagen, in Stand setzt, die Vitalität eines Zahnes festzustellen. Er kommt zu folgendem Schluß:

„Zieht man in Betracht, daß die Untersuchung mit dem Induktionsstrom, wie keine andere Methode leicht Fehlerquellen zuläßt (Euler), ferner, daß es auch Fälle gibt, bei denen die Methode, z. B. infolge verkehrter Angaben bei Kindern und ängstlichen Personen, versagt (Williger u. a.) und falsche Resultate ergibt (Williger und Hesse), so wird man zugeben, daß es richtiger ist, sie auf diejenigen Fälle zu beschränken, wo auf andere Weise eine richtige Diagnose nicht erhalten werden kann."

Eine neue Epoche der elektrischen Pulpenprüfung ergab sich mit der Einführung der Hochfrequenzapparate. Hier waren vor allem zwei Wiener Autoren, Borschke und Wolf, die Bahnbrecher. Borschke war schon 1912 erstmalig mit einer Arbeit über die Vermeidung von Stromschlägen bei elektrischen Anschlußapparaten an die Oeffentlichkeit getreten; Wolf suchte die Vorteile der galvanischen Methode, ihre Genauigkeit, und der Faradischen, ihre Gefahrlosigkeit und Billigkeit, zu kombinieren und berichtet 1927 darüber. Beide setzen ihre Untersuchungen gemeinsam fort, als die Erfindung der Arsonvalströme der elektrischen Diagnose neue Möglichkeiten eröffnete. Sie geben zu, daß bei dieser Stromart eine Messung der zur Reaktion nötigen Stromstärke nicht möglich ist, betonen aber, daß dennoch diese neue Methode wegen Einfachheit, Handlichkeit und Ungefährlichkeit im Gegensatz zu den übrigen Apparaten in Praxis sehr befriedige. Eine Reaktion pulpentoter Zähne haben sie auch bei Anwendung der größtmöglichen Stromstärke nicht feststellen können.

Einen Gegner findet die neue Methode der Hochfeqrenzprüfung in Heinroth; er weist in einem 1930 erschienenen Aufsatz über klinische Untersuchungsmethoden auf einen allerdings schon von Borschke und Wolf erkannten Mangel hin, nämlich die Unmöglichkeit, die gebrauchten Stromstärken zu messen. Er anerkennt die Vereinfachung des Verfahrens, hält es aber in der Form, in der es jetzt vorliegt, für wissenschaftliche Untersuchungen ungeeignet, da es nicht möglich ist, mit ihrer Hilfe ein diagnostisches System der Pulpenkrankheiten aufzustellen.

Kerpel, Wien, spricht über Vitalitätsprüfung der Zähne mit Hilfe von faradischem Strom (Radiolux-Dentalapparat), galvanischem Strom und schließlich mit Arsonvalströmen. Er kommt zu dem Schluß, daß sich die hochfrequenten Wechselströme besser eignen, weil die verschieden starke Schmelzdicke das Ergebnis nicht beeinflusse. Auf die Pulpa werde eine besonders große physiologische Wirkung ausgeübt, während das Periost nicht wesentlich mitreagiere. Stromableitende Nebenumstände stören auffallend we-

nig, sodaß die Fehlerquellen äußerst gering sind. Kerpel spricht dann näher über die Einwirkung des elektrischen Stromes auf den Organismus. Die Toleranz dieser Einwirkung gegenüber hänge oft von der „Aufmerksamkeitskomponente" ab. Jellinek hebe diese Strombereitschaft hervor unter dem Hinweis, daß gespannte Aufmerksamkeit und fester Wille die Wirkung des elektrischen Schlages nicht nur zu mildern, sondern sogar völlig aufzuheben imstande sind.

Kerpel empfiehlt, für den Patienten das Ueberraschungsmoment auszuschalten durch Erklärung des Wesens der Untersuchung. Bei gangränösen Zähnen fand er häufig noch Reaktion und erklärt dies als Folge der Feuchtigkeitsansammlung in der zerfallenen Pulpa.

Wächter in seiner Dissertation: „Zur Elektrodiagnose von Pulpa und Wurzelhaut" verwendete den Hochfrequenzapparat „Mediofor" der Firma Sanitas, Berlin. Er prüfte 11 Zähne mit zerstörter Pulpa und fand bei keinem Reaktion, auch nicht bei längerer Einwirkung des elektrischen Stromes, auch dann nicht, wenn eine Periodontitis vorhanden war. Er kommt zu dem Schluß:

> „Wenn also bei einer Wurzelhauterkrankung eine Reaktion eintritt, muß immer wenigstens im Wurzelkana lnoch lebende Pulpa vorhanden sein."

Anders Hauenstein, der durch seine Erfahrungen bestätigt, daß manchmal auch pulpentote Zähne eine Reaktion ergeben. Er deutet dies dahingehend, daß der Wurzelkanalinhalt lediglich als Leiter dient und die Nerven des Periodontiums es sind, die auf den Strom ansprechen.

Mit der Besprechung einer ausgezeichneten Arbeit Greth's aus dem Jahre 1933 komme ich schließlich noch einmal auf das viel umstrittene Gebiet der Pulpaerkrankungen und ihrer Diagnostik. Greth sucht damit hauptsächlich die optimistischen Ausführungen von Balters in der Vierteljahresschrift für Zahnheilkunde 1928 zu widerlegen. Balters schreibt wörtlich:

> „Bei Erkrankungen der Zahnpulpa läßt sich mit Hilfe anamnestischer Angaben, der Untersuchung des Zahnes mit Sonde und Excavator, mit elektrischen und thermischen Reizproben, mit vorläufigen Einlagen und unter Zuhilfenahme eines Röntgenbildes eine mit dem patho-histologischen Befund übereinstimmende — für die Therapie wesentliche — Diagnose feststellen."

Er hat etwa 100 Zähne in genannter Weise untersucht, ohne über die einzelnen Resultate genauer zu berichten. Greth ging bei seinen Untersuchungen in ähnlicher Weise vor, doch ließ er die Formaldehydprobe Preiswerk's meist weg, da schon Versuche an gesunden Zähnen die widersprechendsten Resultate ergaben. Als elektrischen

Pulpenprüfer benutzt er den fahrbaren Emda-„Pantostat" mit sinusförmigem Wechselstrom, als Elektrode die Schröderelektrode unter Verwendung von Wundschwamm und physiologischer Kochsalzlösung, als inaktive Elektrode eine angefeuchtete Armbandelektrode. Isolierung wandte er nur in besonderen Fällen an, meist genügte Trockenlegung mit Watterollen und Luftbläser.

Eine vorwiegend erhöhte Empfindlichkeit fand er bei der Hyperämie, bei der Pulpitis serosa und purulenta partialis und bei der purulenta totalis; bei der Pulpitis serosa totalis überwog herabgesetzte Empfindlichkeit. Zur Frage der Uebereinstimmung zwischen klinischer Diagnose und histologischem Befund gibt er eine für uns Zahnärzte erschütternde Statistik:

Die Diagnose „Hyperämie" fand in nur 21,9% ihre Bestätigung, die auf „Pulpitis serosa partialis" in 22,5%; in 62,9% fand er eine weiter fortgeschrittene Erkrankung. Die Diagnose „Purulenta partialis" stimmte in 15,4%; weiter fortgeschritten waren 31%. Eine „Serosa totalis" war gar in nur 6,3% aller Fälle als richtig erkannt, am günstigsten dagegen zeigte sich die „Purulenta tot." mit 55% richtiger Diagnose.

Zum Schlusse komme ich noch auf einige Erfahrungen zu sprechen, die am Münchner Zahnärztlichen Institut anläßlich von Vitalitätsprüfungen gemacht wurden. So fanden wir des öfteren, daß Zähne bei der Hochfrequenzprüfung auch auf die höchste Stromdosis überhaupt nicht reagierten, während der Induktionsstrom und gelegentlich auch Anbohren die Vitalität dieses Zahnes bewiesen. Diese Erscheinung zeigte sich hauptsächlich an Prämolaren und Molaren, vorzugsweise aber am Weisheitszahn. Auf eine weitere Ausnahme wurde ich durch einen Hinweis von Dr. Maria Kösters aufmerksam. Daß Milchzähne in Resorption verhältnismäßig wenig oder gar nicht reagieren, haben schon Schröder und Hamburger mit Interesse festgestellt. Genau so aber verhalten sich frisch durchgebrochene Zähne, deren Wurzelbildung noch nicht vollendet ist. Diese Erscheinung trifft beim Induktionsstrom und in sehr erhöhtem Maße bei den Arsonvalströmen zu. Das unversehrte Schmelzoberhäutchen dieser Zähne, wie wir zuerst glaubten, kann nicht maßgebend dafür sein, denn gerade die Hochfrequenzströme überspringen Hornschicht der Haut oder Schmelzschicht des Zahnes durch Kondensatorwirkung glatt. Zum Nachweis sei aber auch noch nachfolgender Fall berichtet:

Ein 13jähriger Junge mit chronischer, aller Behandlung trotzender Iritis wird der Zahnklinik überwiesen mit dem Vermerk: „Verdacht auf Fokalinfektion". Ergebnis der Vitalitätsprüfung: $\frac{7}{7}\left|\frac{7}{7}\right.$ und $^{5}-\left|\frac{5}{5}\right.$ zeigen überhaupt keine Reaktion. Alle zweiten Molaren zeigen Fisurenkaries; schon beim Excavieren ergab sich

eindeutig die Vitalität der betreffenden Zähne. Röntgenaufnahmen zeigten an allen diesen Zähnen trichterförmige Erweiterung des Kanallumens an der Wurzelspitze.

Eingehendere Untersuchungen dieses Phänomens, wie ich es nennen möchte, sind zur Zt. an unserem Institut im Gange.

Abschließend möchte ich bemerken, daß es im Grunde ziemlich gleichgültig ist, welche Stromart, welches Firmenprodukt man zu seinen Untersuchungen benützt. Die Hauptsache ist eine genaue Kenntnis der Technik der Anwendung, der möglichen Fehlerquellen und eine möglichst große Erfahrung. Hauenstein hat dies in die treffenden Worte gefaßt:

„Jeder Praktiker wird wohl seinen Apparat nach der Erfahrung geeicht haben, er wird wissen, daß der oder jener Teilstrich auf der Skala einer gewissen Norm entspricht und daß ein Darüber oder Darunter einen Schluß auf die Vitalität des Zahnes gestattet".

Solche Mittelwerte aber zu einer exakten Messung zu verwenden, machen die Individualität der Reizschwelle und das Fehlen einer Einheitsapparatur unmöglich.

D.

Als Assistent der konservierenden Abteilung des Münchner Zahnärztlichen Instituts hatte ich die Möglichkeit, die dortigen Apparate zu benützen und an reichem Patientenmaterial die nötigen Untersuchungen anzustellen.

Als Induktionsapparat benützen wir ein Kästchen der Firma Reiniger, Gebbert und Schall, Erlangen; er gestattet sowohl die Verwendung von primärem wie die von sekundärem Strom. Die beiden Spulen sind festgestellt, lassen sich also nicht gegenseitig verschieben wie am Schröder'schen Apparat. Die Steigerung der Stromstärke erfolgt durch Herausziehen einer Messinghülse zwischen den beiden Spulen; diese Hülse ist mit 6 Teilstrichen markiert. Den Primärstrom liefern 2 parallelgeschaltete Taschenlampenbatterien mit einer Spannung von 4—5 V und einer Stromstärke von 0,3 Ampère. Die Handelektrode besteht aus einer Messinghülse, die der Patient angefeuchtet in die Hand bekommt, die Zahnelektrode aus einem bis auf die Spitze isolierten Metallstift, der ebenfalls angefeuchtet und mit etwas Watte umwickelt wird. Trockenlegung geschah mit Zellstoffrollen und teilweise noch durch Jodanstrich; isoliert wurde in jedem Falle, entweder ganz mit Cofferdam oder zum mindesten durch Einlegen von Gummistückchen in den Approximalraum. Als Norm für unseren Induktionsapparat fand ich folge Mittelwerte:

Frontzähne zeigen bereits bei schwächster Einstellung, bei sek. 0, Reaktion; Prämolaren und Molaren bei sek. 1—3. Die schwächste Einstellung des primären Stromes führt fast immer bereits zu schmerzhaften Sensationen.

Als Hochfrequenzapparat verwenden wir das Universalgerät der Fa. Ostner und Poehlmann, München, das bereits Hauenstein zu seinen Untersuchungen benützte. Hauenstein schreibt darüber:

„Eine gesunde Pulpa reagiert nach unseren Erfahrungen bei den Stärkegraden 1—4. Wird eine Einstellung von 5 Teilstrichen der 12-teiligen Skala zur Auslösung des Reizes benötigt, so liegen woh schon pathologische Veränderungen des Zahnnerven vor."

Diese Zahlen habe ich bei meinen Untersuchungen im Allgemeinen bestätigt gefunden. Bei älteren Patienten jedoch reagierten die lebenden Backen- und Mahlzähne meist erst bei höheren Graden, bei 5—8. Darüber hinaus waren auch hier pathologische Veränderungen zu finden.

Trockenlegen und Isolieren ist bei diesem Apparat an sich nicht nötig. Es hat sich aber bewährt, Lippen und Wangen durch Zellstoff abzuhalten. Springen wegen der zur Vitalitätsprüfung verwendeten hohen Stromdosen trotzdem Funkenketten an die falsche Stelle über, so ist dies im Halbdunkel der Mundhöhle meist deutlich zu sehen. In Zweifelsfällen wurde auch hier mit Cofferdam isoliert.

Für beide Stromarten wurde erst am Kontrollzahn die individuelle Reizschwelle festgestellt; nach der Prüfung wurde der fragliche Zahn in gleicher Sitzung trepaniert und der Befund der Pulpa makroskopisch aufgenommen. Im ganzen wurden 54 Zähne geprüft. Fälle bei denen die Psyche des Patienten falsche Angaben vermuten ließ, wurden prinzipiell ausgeschaltet, ebenso alle Fälle, bei denen bis ans Zahnfleisch reichende Metallfüllungen oder Kronen die Verwendung des Induktionsstromes ausschlossen.

E. Casuistik:

Zeichenerklärung:

ml. = männlich; wl. = weiblich; k. R. = keine Reaktion; kl.e. = klopfempfindlich.

---

1. Sch. M., wl., 48 Jhr. $\overline{3}$ | trug 6 Jhr. lang Krone als Brückenpfeiler; Brücke wurde entfernt. Darunter Zementfüllung, keine Wurzelbehandlung. Nicht kl.e.

Hochfrequenz:	k. R.
Ind.-Str.:	prim. O.
Reizschwelle:	$\overline{21\,|\,123}$ auf 1 und sek. 0
Befund:	⅔ der Pulpa mumifiziert, ⅓ lebd.

---

2. u. 3. R F., wl., 15 J. An 2 1 | alte Silikatfüllungen; marginelle und apicale Periodontitis; Zähne gelockert; Silikatfüllungen 2 Jahre alt; Zähne nicht verfärbt.

Hochfrequenz:	k. R.
Ind.-Str.:	k. R.
Reizschwelle:	$\overline{3}\,|\,-\,|\,\overline{3}$ auf 6 und sek. 5
Befund:	Feuchte Gangrän.

---

4. R. A., ml., 31 J. $\overline{7}$ | kleine Amalgamfüllung ohne Wurzelbehandlung, stark kl.e.

Hochfrequenz:	k. R.
Ind.-Str.:	prim. 3
Reizschwelle:	$\overline{\,|7}$ auf 4 und sek. 2
Befund:	leichte Gangrän

---

5. Schw. W., wl., 39 J. $\overline{\,|\,1}$ zeigt Fistel an der Wurzelspitze; von Zeit zu Zeit Schmerzen und Sekretion; leich kl.e.; ohne Füllung.

Hochfrequenz:	6
Ind.-Str.:	k. R.
Reizschwelle:	$\overline{21\,|\,23}$ auf 1 und sek. 0
Befund:	ostitischer Herd; Pulpa eitrig zerfallen

---

6. L. J., ml., 32 J. chronische Iritis; Verdacht auf Fokalinfektion; $\overline{|\,2}$ Goldkrone, die nicht bis ans Zahnfleisch reicht; nicht kl.e.

Hochfrequenz:	k. R.
Ind.-Str.:	k. R.
Reizschwelle:	$\overline{2\,|}$ auf 1 und sek. 0
Befund:	Trockene Nekrose der Pulpa; Röntgenbild: kleines Granulom

7. W. E., ml., 27 J. | 3 Zementfüllung; bei caries profunda war mit Tiranal imprägniert worden; stark kl.e.

Hochfrequenz:	7
Ind.-Str.:	prim. 5
Reizschwelle:	3 | extrahiert 4 2 | 2 4 auf 1 u. sek. 0
Befund:	Nekrose, beginnende Gangrän

---

8. B. H., wl., 26 J. Erscheinungen osteomyelitischer Art in Gegend der Extraktionswunde von 5 |; 4 | stark gelockert und stark kl.e.

Hochfrequenz:	7
Ind.-Str.:	sek. 0
Reizschwelle:	| 4 auf 1, sek. 0
Befund:	Der extrahierte Zahn zeigt totalen eitrigen Pulpenzerfall. Im Röntgenbild Sequester.

---

9. P. M., wl., 28 J. 1 | Silikatfüllung; stark kl.e., periodontitische Schmerzen.

Hochfrequenz:	9
Ind.-Str.:	k. R.
Reizschwelle:	| 1 extrahiert; ebenso obere Front; untere Front auf 3 und sek. 2
Befund:	trockene Gangrän; Exstirpation wegen Schmerzen unter Anästhesie liefert nur trockene Krümel.

---

10. D. J., ml., 29 J. von Stier überrannt, Kieferbruch; ohne Behandlung mit Artikulationsstörung verheilt. \| 1 verfärbt; stark kl.e.

Hochfrequenz:	10
Ind.-Str.:	prim. 0
Reizschwelle:	1 | auf 1 und sek. 0
Befund:	Trockene Gangrän; Röntgenbild: Großer periapikaler Herd

---

11. und 12. G. F., ml., 30 J. Bei der Extraktion der Wurzeln von 6 | mußte gemeißelt werden, dabei Verletzung der Wurzeln von 5 | und 7 |; leicht kl.e.

Hochfrequenz:	k. R.
Ind.-Str.:	**k. R.**
Reizschwelle:	| 5 auf 1 und sek 0; | 7 auf 3 und sek. 2
Befund:	Beide mit beginnender Gangrän

13. H. W., ml., 48 J. |3 zeigt circuläre Karies; vor 6 Jahren war Goldkrone entfernt worden, die ebensolang bestanden hatte. Nicht kl.e.

Hochfrequenz:	k. R.
Ind.-Str.:	k. R.
Reizschwelle:	|5 auf 3 und sek. 1; sonst keine Zähne im Oberkiefer
Befund:	Totale Nekrose. Trocken.

---

14. K., ml., 32 J. |4 tief zerstört; von Zeit zu Zeit leichte ziehende Schmerzen.

Hochfrequenz:	k. R.
Ind.-Str.:	sek. 0
Reizschwelle:	54| auf 1 und sek. 1
Befund:	⅓ der Pulpa nekrotisch; ⅔ lebend

---

15. F. W., wl., 23 J. 5| Zementfüllung bis in die Nähe der Pulpa; ziehende Schmerzen.

Hochfrequenz:	14
Ind.-Str.:	sek. 5
Reizschwelle:	|45 auf 1 und sek. 0
Befund:	⅓ leichte Gangrän; ⅔ lebend.

---

16. K. A., wl., 46 J. |2 Silikatfüllung stark gelockert und kl.e. ziehende dumpfe Schmerzen.

Hochfrequenz:	9
Ind.-Str.:	k. R.
Reizschwelle:	2| auf 1 und sek. 0
Befund:	Feuchte Gangrän; Röntgenbild: Cyste an |2.

---

17. und 18. D. T., wl., 61 J. 32| Silikatfüllungen; dumpfe, zuckende Schmerzen („als wenn ich Eiter drin habe"!) Beide Zähne kl.e.

Hochfrequenz:	3| k. R.; 2| 9
Ind.-Str.:	3| k. R.; 2| prim. 0
Reizschwelle:	|2 auf 1 und sek. 0
Befund:	2| mit totalem eitrigem Zerfall der Pulpa; 3| trockene Nekrose; Röntgenbild: großer Herd an 2| bis an den Rand von 3|.

19. H. B., wl., 37 J. |2 Caries profunda, leicht verfärbt gelockert kl.e.

Hochfrequenz:	k. R.
Ind.-Str.:	k. R.
Reizschwelle:	2| auf 1 und sek. 0
Befund:	Leichte Gangrän

20. L. M., wl., 46 J. Silikatfüllung an 2|; Zahn sehr kl.e. und gelockert.

Hochfrequenz:	7
Ind.-Str.:	prim. 0
Reizschwelle:	|2 fehlt; 3 1 | 1 3 auf 1 und sek. 0
Befund:	Beginnende Gangrän; darunter noch ⅓ lebende Pulpa.

21., 22. und 23. W. A., wl., 22 J. 21|1 mit Silikatfüllungen; 2| verfärbt.

Hochfrequenz:	1|1 k. R.; 2| auf 7
Ind.-Str.:	k. R.
Reizschwelle:	3|23 auf 1 und sek. 0
Befund:	1|1 mit leichter Gangrän, 2| feuchte Gangrän.

24., 25. und 26. W. E., ml., 35 J. Patient ist Boxer; seit 13 Jahren hat Fisteln an 1| und |2. Zähne leicht kl.e.

Hochfrequenz:	1| auf 11
	|1 auf 9
	|2 auf 11
Ind.-Str.:	1| auf sek. 5
	|1 auf prim. 0
	|2 auf prim. 3
Reizschwelle:	2| auf 1 und sek. 0
Befund:	|1 feuchte Gangrän, 1|2 Nekrose, beginnende Gangrän, Röntg.: 3 Cysten!

27. L. M., wl., 67 J. Im Oberkiefer nur 1|1 3; da keine Prothese getragen wird, sind die Zähne stark abgekaut. |3 leicht kl.e.; vor einiger Zeit war in Gegend der Wurzelspitze von |3 wegen einer Parulis incidiert worden.

Hochfrequenz:	k. R.
Ind.-Str.:	k. R.
Reizschwelle:	1|1 auf 1, sek. 0
Befund:	Trockne Gangrän

28. Sch. K., ml., 16 J. | 1 mit Silikatfüllung, leicht kl.e., Zahn verfärbt; vor 14 Tagen war Parulis incidiert worden. Ueberwiesen zur Vorbereitung einer res apic.

Hochfrequenz:	12
Ind.-Str.:	k. R.
Reizschwelle:	2 1 | auf 1 und sek. 1
Befund:	Feuchte Gangrän.

---

29. H. E., wl., 31 J. 6 Silikatfüllg. an den Frontzähnen; Patientin kommt zur Erneuerung derselben in Behandlung; Zufallsbefund bei el. Prüfung, daß | 2 keine Vitalität mehr besitzt. Zahn nicht verfärbt, nicht kl.e., ohne Beschwerden!

Hochfrequenz:	6
Ind.-Str.:	k. R.
Reizschwelle:	2 | auf 2 und sek. 1
Befund:	Feuchte Gangrän.

---

30. M. T., ml., 22 J. | 2 bläulich verfärbt. Tiefe Tasche zwischen | 2 und | 3. Zahn leicht kl.e.

Hochfrequenz:	k. R.
Ind.-Str.:	k. R.
Reizschwelle:	2 | auf 1 und sek. 0
Befund:	Gangrän; Perforation der Karies durch Wurzeldentin und Zement zum Interdentalraum bei	3. Extrahiert.

---

31. H. T., wl., 30 J. Vor 3 Wochen war lege artis Silikatfllg. an | 3 gemacht worden. Schmerzen auf Warm; kl.e.

Hochfrequenz:	7
Ind.-Str.:	prim. 5
Reizschwelle:	3 | auf 1 und sek. 1.
Befund:	Feuchte Gangrän

---

32. und 33. T. K., ml., 22 J. Auf Mensur wurde | 3 abgeschlagen und durch Stiftzahn später ersetzt; nach 8 Wochen verfärbten sich | 12 und zeigten taubes Gefühl. Nicht kl.e.

Hochfrequenz:	k. R.
Ind.-Str.:	k. R.
Reizschwelle:	321 | auf 1 und sek. 0
Befund:	Trockene Nekrose

34. G. F., ml., 38 J. Silikatfüllung an |3 sollte erneuert werden. Vitalitätsprüfung ergibt Nekrose, ohne schon Beschwerden gemacht zu haben. Nicht kl.e.

Hochfrequenz:	k. R.
Ind.-Str.:	prim. 0
Reizschwelle:	3| auf 3, sek. 1
Befund:	ca. ⅔ der Pulpa zeigen beginnende Gangrän, ⅓ noch vitale Reaktion.

---

35. F. J., wl., 43 J. Prüfung von 3| mit alter Silikatfüllung ergibt als Zufallsbefund Nekrose der Pulpa. Nicht kl.e.

Hochfrequenz:	k. R.
Ind.-Str.:	k. R.
Reizschwelle:	|3 = wurzelbehandelt; |2 auf 1, sek. 0
Befund:	Totale Nekrose, geringer Fäulnisgeruch.

---

36. A. T., wl., 11 J. |1 mit Karies profunda ist leicht kl.e.

Hochfrequenz:	10
Ind.-Str.:	k. R.
Reizschwelle:	1| auf 1 und sek. 0
Befund:	Trockene Gangrän.

---

37. H. R., ml., 24 J. 3| hat schadhafte Silikatfüllung, di eerneuert werden soll. Es zeigt sich, daß keine Unterfüllung vorhanden war.

Hochfrequenz:	11
Ind.-Str.:	sek. 1!
Reizschwelle:	|3 auf 1 und sek. 0
Befund:	ca. ⅓ gangränös zerfallen, ⅔ lebend.

---

38. Sch. V., wl., 35 J. |4 war lebend als Klammerzahn überkront worden. Patientin leidet an chronischer, schwerer Myocarditis; Verdacht auf Fokalinfektion; daher Vitalitätsprüfung. Krone wurde entfernt, Zahn nicht kl.e.

Hochfrequenz:	11
Ind.-Str.:	k. R.
Reizschwelle:	4| auf 5 und sek. 3
Befund:	Wurzelinhalt putrid; Röntgenbild: An beiden Wurzelspitzen große Herde; daher Resektion.

39. F. J., ml., 58 J. Schadhafte Amalgamfüllung ohne Unterfüllung an 3| soll erneuert werden. Aus Interesse Vitalitätsprüfung, Ergebnis: Pulpa tot, wahrscheinlich auf dem Weg über chronische Pulpitis, verursacht durch thermische Reize. Nicht kl.e.

Hochfrequenz:	12
Ind.-Str.:	k. R.
Reizschwelle:	|3 auf 1 und sek. 1
Befund:	Leichte Gangrän.

---

40. und 41. S. A., ml., 20 J. Von der chirurg. Abtlg. überwiesen zwecks Wurzelfüllung mit Chlorzinkzement für Cystenoperation an |2 (Goldkrone mit mangelhafter Wurzelbehandlung). Vitalitätsprüfung von |1 und |3 ergab Nekrose auch dieser Z.

Hochfrequenz:	beide auf 7
Ind.-Str.:	beide k. R.
Reizschwelle:	123| auf 1 und sek. 0
Befund:	Gangrän, beginnend, mit schwachem Geruch und leicht feucht. Nekrose durch d. Cyste

---

42. mit 49. M. Ch., ml., 61 J. Vor 3 Monaten Motorradunfall; im Krankenhaus wegen Gehirnerschütterung, Nasenbeinbruch, Schnittwunden an der Lippe. 1|1 beim Unfall ausgeschlagen. Patient kommt nun in die Klinik wegen tauben Gefühls an einigen Zähnen.

Hochfrequenz:	8 54321|34
Ind.-Str.:	8 54321| 4 k. R., |3 auf prim. 2
Reizschwelle:	|5 auf 8, sek. 4 |8 auf 9, sek. 4 3|—|5 auf 1 und sek. 0
Befund:	8 54321|4 vollständige, trockene Nekr. |3: Pulpa kann als feuchter Strang in toto, doch völlig schmerzlos exstirpiert werden.

---

50. I. L., wl., 17 J. 3 Wochen alte Silikatfüllung an |2. Sehrk l.e., locker.

Hochfrequenz:	7
Ind.-Str.:	**prim. 3**
Reizschwelle:	2| auf 1 und sek. 0
Befund:	Sehr feuchte Gangrän.

51. Sch. J., ml., 23 J. Ueberwiesen von der Inneren med. Klinik wegen chronischer Nephritis und Verdacht auf Fokalinfektion. 2| erweist sich bei el. Prüfung als tot. Ursache unbekannt. Nicht kl.e.

Hochfrequenz:	11
Ind.-Str.:	prim. 3
Reizschwelle:	|2 auf 1 und sek. 0
Befund:	Pulpa in feuchtem Zerfall. Röntgenbild: großes Granulom.

---

52. E. K., ml., 16 J. Silikatfüllung an |2 sollte erneuert werden. Röntgenzufallsbefund: Cyste über |12; |1 ungenügende Wurzelbehandlung.

Hochfrequenz:	|2 auf 10
Ind.-Str.:	|2 k. R.
Reizschwelle:	21| auf 1 und sek. 0
Befund:	|2 beginnende Gangrän.

---

53. Sch. R., wl., 34 J. Ueberwiesen von Dermat. Klinik wegen eines chronischen, aller Behandlung trotzenden Erythema exsudativum multiforme. An |4 Zementfüllung bis nahe an die Pulpa; Zahn nicht kl.e.

Hochfrequenz:	k. R.
Ind.-Str.:	k. R.
Reizschwelle:	|5 auf 4, sek. 3.
Befund:	Trockene Nekrose. Granulom.

---

54. J. A., ml., 33 J. 4 Wochen alte Silikatfüllung an 2|. Zahn sehr gelockert und enorm periodontitisch.

Hochfrequenz:	k. R.
Ind.-Str.:	prim. 5
Reizschwelle:	|2 auf 4, sek. 1
Befund:	Total eitriger Zerfall der Pulpa.

F.

Von den untersuchten 48 Zähnen mit totaler Nekrose der Pulpa zeigten 25, also fast genau die Hälfte, Reaktion, 11 davon auf beide Stromarten, das sind rund 25%.

Dieses Ergebnis gegenüber den Beobachtungen vieler Autoren, die nie irgendeine Reaktion bemerkten, führe ich auf die Verschiedenheit der verwendeten Apparate zurück, vor allem auf das sehr unterschiedliche Maximum der verwendbaren Stromstärke. Unsere Apparate lassen beide sehr hohe Stromstärken, bezw. Spannungen zu.

Außerdem aber scheinen mir auch sowohl Periodontitiden wie feuchter Kanalinhalt an der Reaktion ursächlich beteiligt zu sein. die ersteren durch erhöhte Empfindlichkeit, letzterer durch bessere Reizleitung.

Die Fälle, bei denen beide Stromarten eine Empfindung auslösten, zeigen sowohl Periodontitis wie starken Feuchtigkeitsgehalt der zerfallenen Pulpa; (mit einer Ausnahme, wo nur der Kanal stark feucht, aber keine Klopfempfindlichkeit vorhanden war).

Interessant ist ferner der Umstand, daß Silikatfüllungen immer noch an der Entstehung von Pulpennekrose in ungefähr gleichem Prozentsatz wie Traumen beteiligt sind. Von 54 Fällen sind 19 auf Schädigung der Pulpa durch Silikat zurückzuführen; 18 sind traumatisch bedingt; unter ursprünglich lebenden Kronen oder Brükkenpfeilern fanden sich 4 Nekrosefälle; 3 unter Karies profunda, zwei unter Steinzement, ebenfalls 2 unter Amalgam (thermische Reize) und 2 durch die Ausdehnung einer Cyste bedingt; 1 Fall unter Tiranal; 3 waren fraglichen Ursprungs.

Verhältnismäßig hoch ist auch der Anteil von Fällen mit Verdacht auf Fokalinfektion; er beweist erneut die Wichtigkeit der Vitalitätsprüfung. Hier ist noch ein soziales Moment bes. für die Praxis bedeutungsvoll. In solchen Fällen genügt es nämlich in der Regel, mittels elektrischen Stromes die Vitalität sämtlicher Zähne festzustellen und die röntgenologische Untersuchung auf die als tot befundenen zu beschränken. Auf diese Weise kann man oft die teueren Statusaufnahmen umgehen.

G.

In 23 von 54 Fällen zeigten die untersuchten Zähne auf keine der beiden Stromarten Reaktion. 17 von diesen Fällen waren nicht klopfempfindlich, bei 6 war leichte Wurzelhautreizung vorhanden.

Teilnekrose der Pulpa, gefunden in 6 Fällen, wurde in allen diesen 6 Fällen vom Induktionsstrom richtig gemeldet, in nur 3 Fällen auch vom Hochfrequenzstrom.

In den restlichen 25 Fällen war trotz vollkommener Nekrose noch Reaktion zu bemerken. 11 von diesen Zähnen reagierten auf beide Stromarten, (alle kl.e. und mit feuchtem Zerfall der Pulpa!). In weiteren 11 Fällen gab der Hochfrequenzstrom eine Empfindung, beim Induktionsstrom blieb sie aus (7 davon waren periodontitisch, meist erst beginnende Gangrän!). In nur 3 Fällen war es umgekehrt, nämlich Empfindung auf Induktionsstrom, während der Zahn auf Hochfrequenz nicht ansprach.

Bei Teilnekrose also wie bei vollständiger Nekrose der Pulpa liefert uns der Induktionsstrom ca. doppelt soviel richtige Resultate wie der Hochfrequenzstrom!

Zum Schlusse sei es mir gestattet, ergebenst zu danken: Herrn Dr. O. Schneider für die Ueberlassung des Themas und die Durchsicht der Arbeit; Herrn Prof. Dr. Hauenstein und Herrn Prof. Dr. Pieper für die freundl. Erlaubnis, die Untersuchungen in der konservierenden Abteilung des Münchner Zahnärztl. Institutes durchführen zu dürfen.

Literaturverzeichnis.

Balters, Ein Beitrag zur Behandlung erkrankter Zahnpulpen. Vierteljahresschrift f. Zahnheilk. 1928, Heft1.

Berliner, Lehrbuch der Physik. Berlin 1928.

Borschke, Wie vermeidet man Stromschläge bei Verwendung von Anschlußapparaten in der zahnärztl. Praxis? Zeitschrift f. Stomatologie 1912, S. 314.

Borschke und Wolf, Ueber galvanische Anschlußapparate. Zeitschr. f. Stom. 1928, S. 641.

— Eine neue Methode der elektrischen Zahnuntersuchung! Zeitschr. f. Stom. 1929, S. 202.

— Die Durchführung der elektrischen Zahnuntersuchung mit Arsonvalströmen. Z. f. Stom. 1930, S. 105.

Ehrenfels, Beitrag zur Frage der elektr. Zahnuntersuchung. Zeitschr. f. Stom. 1925, H. 2.

Falkenstein, Experimentelle Untersuchungen über die Einwirkungen des Hochfrequenzstromes auf die menschliche Pulpa. Bonn, med. Diss. v. 25. Nov. 1931.

Frohmann, Moderne diagnostische Methoden für die Erkrankungen der Pulpa und ihrer Ausdehnung. Deutsche Monatsschrift f. Zahnheilk., Jahrgang 25, H. 3.

Huyt, Ueber die Anwendung schwächerer Induktionsströme zum Aufsuchen gewisser Erkrankungen der Pulpa. Deutsche Monatsschr. f. Zahnheilk. 1903, H. 7, S. 387.

Goffung, Zur Frage der klinischen Diagnose der Pulpitiden. Korresp.-Blatt f. Zahnheilk. 1927, H. 4, S. 104.

Greth, Diagnostik der Pulpaerkrankungen, Berlin 1933.

Hafner, Zur Erkennung des Zustandes lebender Pulpa. Schweizer. Vierteljahresschr. f. Z. 1902, Nr. 4, S. 271.

Hamburger, Der Induktionsstrom in der tägl. Praxis. D. Monatsschr f. Z. Jahrgang 25, H. 6.

Handbuch der gesamten medizinischen Anwendung der Elektrizität. Band I und II, Leipzig, 1911.

Hauenstein, Klinische Untersuchungsmethoden. Fortschr. d. Zahnheilk. Febr. 1933, Bd. 9, Lfrg. 2.

Heinroth, Klinische Untersuchungsmethoden. Fortschr. d. Zahnheilk. Febr. 1930, 6. Bd., 2. Lfrg.

Hesse, Ueber den Nachweis des Lebenszustandes der Pulpa unversehrt aussehender Zähne durch d. el. Strom. D. Monatsschr. f. Z. 1907, H. 3, S. 141

Kahauc, Elektrodiagnostik und Therapie, Wien 1922
Kerpel, Vitalitätspr. d. Zähne mittels versch. el. Stromarten. Zeitschr. f. Stom. 1931, H. 12, S. 1377.
Kowarschik, Elektrotherapie, Berlin 1923, Verl. Springer.
Laan, van der, Die Anwendung des el. Stromes zur Diagnose versch. Pulpenerkrankungen. Oesterr. ung. V. f. Z. 07.
Leist, Ueber die Vitalität pulpenamputierter Zähne. Zeitschr. f. Stom. 1926, S. 533.
Lipschitz, Diagnostik und Therapie der Pulpenkrankheiten. Berlin 1920.
Nünlist, Bemerkungen zur Vitalitätspr. d. Pulpa nach Schröder. Schweiz. Mschr. f. Z. 41, S. 784 (1931) .
Preiswerk, Lehrbuch und Atlas d. kons. Zahnheilk., München 1903.
Seeger, Klinische Diagnose — histopatholog. Befund pulpitischer Zähne. Tübingen, med. Diss. v. 31. Aug. 1933.
Schlesischer Zahnärzte, Debatte, D. Monatsschr. f. Zahnheilk., Herbstnummer 1906.
Schönwald, Der Induktionsstr. in d. Zahnärztl. Pr. Korresp.-Bl. f. Zahnärzte 1905, Jahrg. 34, H. 4.
Schröder, Der Induktionsstr. als Diagnostikum in der zahnärztlichen Praxis. Deutsche Zahnheilk. in Vortr. 07, H. 2.
Wächter, Zur Elektrodiagnostik von Pulpa und Wurzelhaut. Göttingen, med. Diss. v. 23. Juni 1931.
Walkhoff, Lehrbuch der kons. Zahnheilk., Berlin 1921.
Witthaus, Demonstration eines Apparates, die Vitalität eines Zahnes festzustellen D. Monatss. f. Z. 1902, S. 343.
Wolf, Ueber el. Zahnuntersuchung, Z. f. Stom. 1927, S. 495.

Lebenslauf.

Am 18. Mai 1910 wurde ich, Hans Walther Schellenberger, als Sohn des Abteilungsleiters Hermann Schellenberger und seiner Ehefrau Anna, geb. Roth, zu Selb in Oberfranken geboren. Ich besuchte 5 Klassen der Volksschule in meiner Heimatstadt und bezog im Herbst 1920 das Wilhelmsgymnasium in München. In gleicher Anstalt bestand ich am 21. März 1929 die Reifeprüfung. Ab Sommersemester 1929 studierte ich an der Universität München, erst 3 Semester Rechts- und Staatswissenschaften, dann 7 Semester Zahnheilkunde. Ende des Wintersemesters 1931/32 bestand ich die zahnärztliche Vorprüfung, am 1. Mai 1934 das zahnärztliche Staatsexamen.